

反応型液状ガスケットの耐圧機構 《その2》

6. 評価方法の基本と実際的性能

6-1. 実際のシール性決定要因

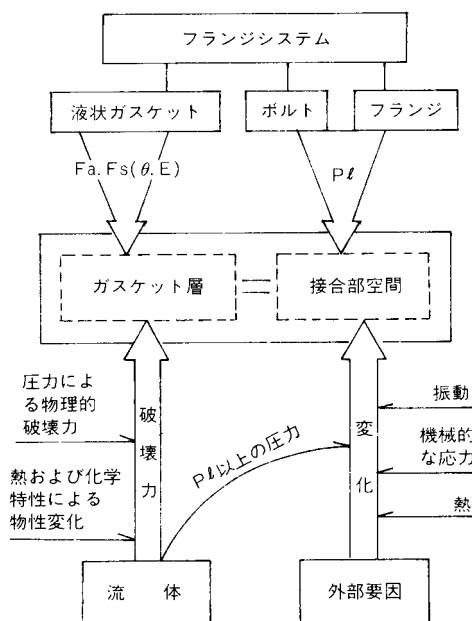
一般の機械部品設計では、固形ガスケットを使用する場合

- (1) 固形ガスケットの必要締付圧(ガスケット係数と最小締付圧)
- (2) 熱によるボルトの伸び
- (3) 振動や機械的応力
- (4) 部品の剛性

などが考慮され、ボルトの締付力が決定される。ボルト総締付力は非常に大きいものとなり、接合限界圧は内部流体圧以上の値を持ち、流体圧力によるフランジ開口はない。

しかし、実際の機械部品稼働時には外部要因により、接合部空間は変化し複雑な挙動(フランジ開口も含む)を示す。耐圧試験における接合限界圧以上の圧力によるフランジ開口は、実際面での外部要因によるインナースペースやクリアランスの変化と対応させて考えることができる。

また、破壊式の意味するものは、実際面での流体圧による物理的破壊力と液状ガスケット物性の関係である。した



31 図 シール性決定要因

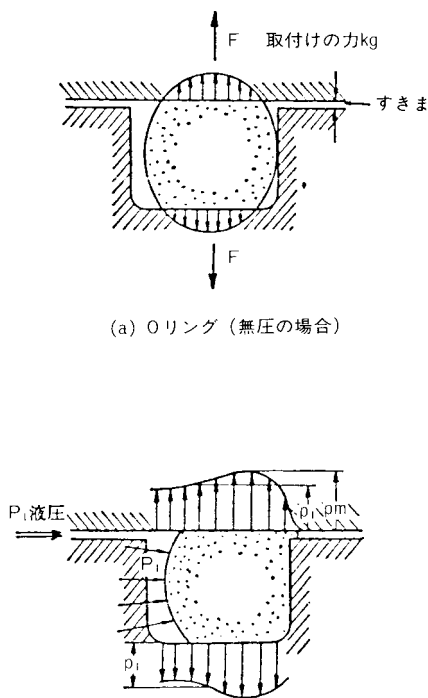
目次

6. 評価方法の基本と実際的性能.....	1	7. 接合部設計の留意点.....	3
6-1 実際のシール性決定要因.....	1	7-1 固形ガスケット使用時との違い.....	3
6-2 自封作用とはみ出し効果.....	2	7-2 液状ガスケットの選定.....	4
6-3 収縮応力.....	3	7-3 接合部形状.....	4
6-4 評価項目.....	3	OLGと固形ガスケットとの比較総合損益評価表...	5
		まとめ.....	6
		《グループ紹介》スリーボンド理研(株).....	6

がって、流体の熱および化学特性による影響は、それらによる接着力や凝集力(弾性率、引張強度など)の変化要因として、考慮されなければならない。

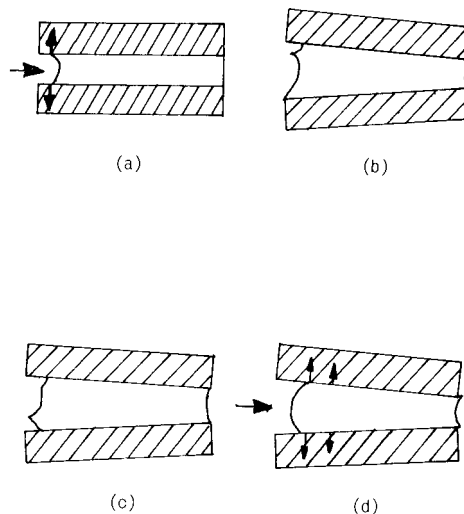
6 - 2 . 自封作用とはみ出し効果

固形ガスケットは、その耐圧機構から大きな界面圧を必要とし、流体圧力が界面圧より大になれば漏れが起こるものと考えられる。しかしOリングの場合には、32 - a 図のように取り付けによる界面圧力は大きくないが、中央が最大になっており、流体圧力が動くときOリングはみぞで仕切られているために流体圧力がさらに界面圧力に加わり、32 - b 図のような界面圧力を構成するものと考えられる。したがって界面圧力の最高値 P_m は流体圧力 P_i より大で漏れは起こらない。このように流体圧力が界面圧力に加わるような密封の作用と自封作用 (self sealing) といい、きわめて有効な密封作用である。

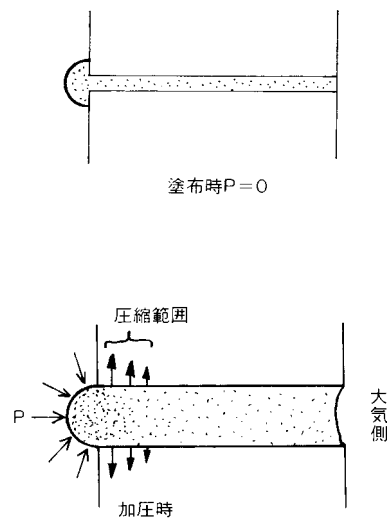


32 図 Oリングの界面圧力分布

反応型液状ガスケットの破壊を考えたとき、弾性材料では自封作用が期待できる。33 図で初期に流体圧力が加わり (a) 状態となったとすれば、破壊式から $P \sin$ の非破壊力が生ずる。圧力がさらに高くなり (b) のような破壊が始まった時、同時に (c) のような破壊も起きたとすれば、(d) 状態となり自封作用が働くと考えられる。



33 図 高弾性液状ガスケットの自封作用



34 図 液状ガスケットのはみ出し効果

一般的な使用では、ほとんどの場合に液状ガスケットのはみ出しがあるが、高弾性材料の適度のはみ出しは、34図に示すように自封作用を起こすと考えられる。表6はThree Bond 1215の試験結果である。

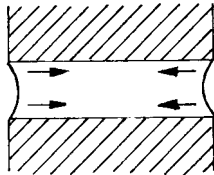
表6 TB1215のはみ出し効果

試験条件		漏洩圧 (kg/cm ²)	
平均面圧 kg/cm ²	P ℓ 値 kg/cm ²	はみ出し有り	はみ出し除去
50	22.5	68	53
20	7.5	55	33

* 6 図の試験フランジ使用

6 - 3 . 収縮応力

溶剤型液状ガスケットでは溶剤揮散時に体積の収縮がある。反応型においても重合や縮合反応が起こり、それだけ分子間距離が近づくのであるから収縮が起こる。この液状ガスケットの収縮によってガスケット層にズリの力が作用することになる。このズリ応力が接着力を上まわると、圧力をすこしも加えなくても硬化過程で接合面とガスケット層は剥離してしまう。



35図 ガスケット層のズリ応力

いま液状ガスケットの硬化時の線収縮率を C 、ヤング率を E 、接合部の長さを l とすれば、接合面に平行に、 $P = E \ell C$ だけの平均的な収縮応力が作用することになる。さらにガスケット層の末端や界面の空隙では、応力分布が不均一となり応力集中が起こる。

実際には、接着強度試験時にもこの内部応力を含んで試験しているので、使用に際して特に留意する必要はない。

6 - 4 . 評価項目

1) シール性評価項目

従来の評価方法では耐圧試験による漏洩圧の測定が行われていたが、それはフランジシステムとガスケット物性を同時に試験しているものであり、フランジシステムの条件が変われば評価値が大きく変わってくる。

液状ガスケットのシール性評価は、破壊式各項に対応した材料物性の試験結果から行われるべきである。表7に物性評価項目を示す。

表7 シール性評価項目

	従来評価	物性評価	備 考
基本特性	耐圧試験	未硬化時の粘度	未硬化時の反応型ガスケットは不乾性としての性能を示すので、粘度もシール性評価項目となる。(回転粘度計によるものより、圧力式見掛粘度計によるものの方が实际的である。)
		伸 び	限界 Δh の決定。
		硬 度	θ は接合部空間により変化するので、硬度または E から推定せざるを得ない。 ガスケット層の長さ(フランジ幅)が厚みに対し十分長ければ(21図の $A_1 - A_1$ 以上)、適用ガスケットの θ は $\Delta h/h$ および P により決定されるので、実測も可能である。

基本特性	引張強さ	F_s の決定、ただし引張強さの測定には、引張り速度を考慮する必要がある。
	剪断又は引張接着強度	真の F_a は測定できないので、一般的な接着強度を適用する。
耐液性	浸漬重量変化	浸漬後の物性変化 E 及び F_a の変化を見る。

2) 総合評価項目

実際使用において、シール性はその発現所要時間(硬化速度)が問題となり、また、機械部品のライフに応じたその耐久性も重要な評価項目となる。さらに作業性、経済性、管理面での取り扱い性なども評価される。

表8に総合評価項目を示すが、各項目の重要度は、使用者、使用箇所、作業条件の違いによって変わる。

表8 反応型液状ガスケット総合評価

シール性	基本特性	表7による	耐久性	使用条件に応じた、長期的な評価が必要。
	耐液性	表7による		
	耐冷熱性	耐液性と同時に評価されるべきである。		
作業性	発現所要時間(硬化速度)	使用条件での、シール性発現までに要する時間。(未硬化から完全硬化までの粘度と硬化物性の経時変化)		
	塗布時	特に組立ラインへの適用では、塗布機の性能と、ともに評価される。		
経済性	剥離時	接着強度と弾性により異なるが、実際には感覚的な評価による。		
	コスト	商品単価		
管 理	トータルコスト	シール性、作業性、取り扱い性および設計上のメリットも考慮される。		
	安全性	労働安全衛生法、消防法などの考慮。		
	保存性	材料品質の保存安全性。		

7 . 接合部設計の留意点

フランジシステムの設計に際しては、使用流体条件に対し液状ガスケット物性、ボルト締締付力、フランジ形状および外部要因の相互関係を考慮し決定されなければならない。(31図参照)

7 - 1 . 固形ガスケット使用時との違い

1) ボルト締付力と外部要因

ボルト締付力は液状ガスケットの初期厚みを決定し、外部要因との関係で接合部空間の変化度を左右するものである。液状ガスケット層は、接合部空間の変化に対し弾性変形で追従するので、固形ガスケット使用時におけるよう

な過大な初期面圧は必要ない。

ボルトの径、本数および初期締付力は、フランジ面相互の拳動がガスケット材料の弾性限界以上の大きさとならなければ、部品の保持に必要な大きさだけ考慮すればよい。

表9は、反応型液状ガスケットを使用したフランジシステムの耐圧試験において、漏洩圧測定時にボルトを取りはずした試験結果である。

表9 ボルトなしフランジでの漏洩圧 (kg/cm²)

品名	TBI215	シリコーン低モジュラスタイプ	嫌気性フレキシブルタイプ
塗布時面圧50kg/cm ²	3.0	0.2	11
塗布時面圧20kg/cm ²	3.0	0.3	16
クリアランス 100μ	3.0	0.3	16

2) 接合面の仕上げ程度

固形ガスケット使用時には、接合面の仕上げを特に注意しなければならない。

金属ガスケットの場合はフランジ面をうず巻形の仕上げあとを残したり、あるいは形削り、平削りなどの平行な仕上げあとがあるのは禁物である。表10に固形ガスケットに対応する仕上面の大略のあらさを示す。

表10 フランジ接合面の仕上げ程度(固形ガスケット)

ガスケットの種類	仕上げ程度(S)
皮ガスケット	50 ~ 100
紙質ガスケット	"
ゴム質ガスケット	"
石綿ジョイントシート	25
セミメタリックガスケット	6.4 ~ 35
金属ガスケット	3.2 ~ 6.4

一方、液状ガスケット使用時は、その充填性の良さから面荒さについての考慮は必要なく、接合面との接着力に影響をおよぼす油污れなどに注意すればよい。液状ガスケットの弾性に対応した接着力があれば、無切削フランジへの適用も可能である。

3) フランジ面幅

固形ガスケットの幅は、その厚さや材質により異なるが少なくとも5mm以上が必要とされている。液状ガスケット層の長さ(フランジ幅)は、流体圧力による圧縮力が緩和できる長さ以上あればよい。(21図A₁ ~ A₄以上)。O.L.G.材料による試験では3mm以上あれば十分である(11図参照)。

7-2. 液状ガスケットの選定

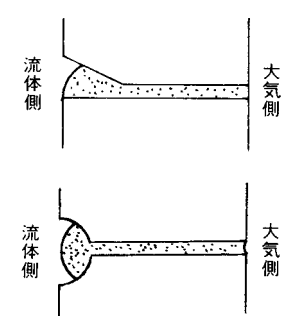
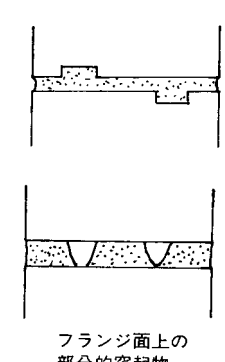
フランジシステムの条件が決定されていれば、液状ガスケット物性を破壊式に適用し、その限界耐圧力が流体圧力以上であればよい。実際的に完全硬化後の反応型ガスケットは、接合部の開口等の動的条件がなければほとんどの場合に適用可能である。

動的条件を加味した判定をする場合、振動によるフランジのタタキや機械的応力によるフランジ開口の最大値を把握し、h(4.18式)の値として破壊式に適用し限界耐圧力を求めればよい。ただし高弾性材料はにより大きく耐圧性が変化するので、圧力による(特にhとの関連)を十分検討する必要がある。

7-3. 接合部形状

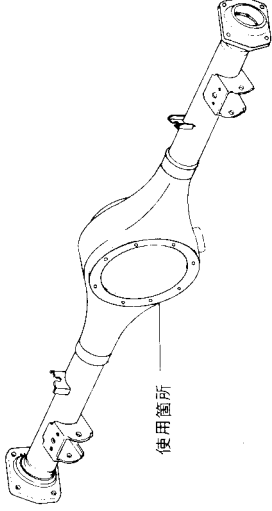
反応型液状ガスケットの使用によって部品コストの低減が可能なのは明らかであるが、液状ガスケットの特性を生かすように接合部形状の変更をすれば、接合部拳動が大きく高圧のかかる箇所への適用も可能である。表11に接合部形状による効果を示す。

表11 接合部形状による効果

対策	主な効果
	はみ出し効果 (自封作用)
	接合部空間の最大厚み増加によるΔh限界の向上 (耐振動)

OLGと固形ガスケットを比較した場合の総合損益評価表.....自動車のデファレンシャルキャリアにOLGSを採用した場合

項 目	内 容	項 目	内 容
1 業 種	自動車	15	固形ガスケットは永久歪が起りトリトルクダウンの要因となりもれるため液状ガスケットの使用に移行する方向
2 使用箇所機器名・部品名	デファレンシャルキャリア(大型トラック)	16	使用箇所に不具合が起った場合の不具合内容
3 生産量	月産1,500台	17	シールは完璧で問題なし
4 寸法・表面積・重量	デフキャリア周囲長さ140cm、面積25mm		性能向上、クレーム対策
5 材質	鋼×鍍鉄 合せ面12S		
6 使用商品名・グレード	スリーポイント1215		
7 使用数量	15g/台		
8 使用商品価格	紙ガスケット+液状ガスケット 1枚/台 両面コート 170円/枚+30円/10g		
9 使用金額	6円/g・90円/台		
10 生産台数・総使用量	200枚/台 1,500枚 15kg	18	概要
11 総金額	300,000円		
12 機器・部品価格	135,000円		
13 使用目的・内容	シールの向上(油密機能の向上)、結果としてコストダウン派生		
14 使用条件	ギヤオイル飛散、温度120CMax. 内圧0.1kg/cm ² 以下、発進後退の時負荷応力あり		



機 能 目	評 価		損 失	損 益 明 細	評 価		損 益 評 価 詳 細 説 明
	スリーポイント製	従来品			スリーポイント製	従来品	
材 料 費	◎	×	◎	①-1 材料費(ガスケット)	◎	◎	●従来品は固形ガスケットの両面に液状ガスケットを塗布して組付けている。 ●従来品の場合 1人3日必要(1日8時間) ●OLGの場合 1人1.5日必要(1日8時間) ●人件費 1,800円/時÷1,500台
外 観	◎	○	◎	車種別ガスケット管理不要	◎	◎	●半自動塗布機30万円/台、5年償却で月額5,000円 ●人件費 1,800円/時÷1,500台=3.20円 ●従来品固形ガスケットのセット 10秒 ●液状ガスケットの塗布 10秒×2(両面に塗布) ●OLGの塗布 15秒 ●人件費 @0.50円/秒
取 扱 性	◎	△	◎	⑤-1 半自動塗布機使用 ⑤-2 熟練度不要 (教育訓練不要、人件費の10%) ⑤-3 ハラつき無し ⑤-4 臭気なく作業環境良好 (やる気向上人件費の50%)	◎	◎	●使用中の不良(完成車)年間484件 ●分解組立修理費 部品代170円 人件費7,200円 (4時間かかる) 484台×(170円+7,200円)=3,567,080円 3,567,680円÷12カ月÷1,500台=1980.20円
中 心 的 働 き	◎	×	◎	OLGの場合油密完全シール 従来ガスケットクレーム多発	◎	◎	●総合コストダウン金額 ① 1台当り 451円-115.20円=335.80円 ② 年間 503,700円+α ③ 年間 6,044,400円+α
弊 害	◎	△	◎	信頼性、安全性	◎	◎	
再 使 用	◎	△	◎	OLGは設計変更があっても使用可	◎	◎	
モ デ ル チ ェ ン ジ (設 計 変 更)	◎	×	◎	合計	◎	◎	
				合計			451円

ま と め

固形ガスケットは接合面との接面圧によりシール性が決定されるので、振動による接合部の挙動とボルトのゆるみやガスケットの応力緩和による面圧低下などは、直接漏洩原因となります。反応型液状ガスケットはその接着力により接面との密着性を保ち、面圧低下によるインナースペースの増加やクリアランスの変化に対しては、ガスケットの弾性変形により追従しシール保持を果たします。

反応型液状ガスケット層の破壊は流体圧力とフランジ開口により起こり、破壊機構はガスケットの弾性変形から説明されます。ガスケット層の変形(ひずみ)度合によりその内部応力の大きさが決まり、材料の接着力および凝集力(弾性項も含む)との関係から破壊式は導かれます。

反応型ガスケットの代表的なものとして、シリコンRTV系と嫌気アクリル系があげられ、これらはO.L.G.(F.I.P.)材料として適しています。本報告からも推察されますように、それらの物性を生かした接合部の設計により、機械部品の大幅なコスト低減も期待できます(たとえば鋳造部品の無切削接合面への適用)。

反応型ガスケットの実用面での研究は少なく、今後はメーカーとユーザーの協力により具体的フランジシステム設計の手法について、検討が必要です。また、反応型ガスケットの材料はシリコンRTVや嫌気性アクリルに限られるものではなく、他の材料開発も液状ガスケットメーカーとしての課題の一つと思われます。

《参 考 文 献》

- 1) 産業図書 パッキン技術便覧(第2版)
- 2) 高分子刊行会 接着便覧(第11版)
- 3) 丸 善 固体の摩擦と潤滑
- 4) 工業調査会 レオロジー入門
- 5) 日刊工業 機械設計(1980.2)

——次回掲載予定——

マイクロカプセルとネジ部固着剤への応用

1. マイクロカプセル
 - 1-1 マイクロカプセルとは
 - 1-2 マイクロカプセルの機能
 - 1-3 マイクロカプセルの製法
 - 1-4 マイクロカプセルの応用例
2. マイクロカプセルのネジ部固着剤への応用
 - 2-1 プレコートボルト、メック加工とは
 - 2-2 プレコートボルト、メック加工の特徴
 - 2-3 プレコートボルト、メック加工の種類と特性

グループ紹介

スリーボンド理研株式会社

〒160 東京都新宿区西新宿 2 - 7 - 1

TEL. 03(342)3911

スリーボンド理研(株)は工業材料を中心として開発しているグループの中で、消費者を対象とした大衆向けの商品を開発し販売している会社です。

スリーボンド理研の“暮らしの手入れ商品”はいっそう充実した内容になりました。

最近量のフレッシュ剤「量グリーン」を発売し、消費者の皆さま方に大好評をいただいておりますが、陽にやけたり汚れてしまった量もサッと塗るだけで青々とした量に早変り、量の寿命を延ばすという商品です。

作業も量を敷いたままでよく、従来の量の表替え、裏がえしの費用の $\frac{1}{3}$ で量を再生し、長持ちさせることができます。また通気性など量本来の機能も損いませぬ。

私たちは毎日の暮らしを身近かなところで見つめなおしよりよい商品を開発しお届けできるよう努力いたしております。



ThreeBond
TECHNICAL NEWS

技術と友情で世界をむすぶ

株式会社スリーボンド

本社 〒193 東京都八王子市狭間町1456 電話 0426(61)1333 代

●スリーボンド・テクニカルニュース編集委員会